

ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО



Открытое акционерное общество
«Государственный ракетный центр
имени академика В.П. Макеева»
(ОАО «ГРЦ Макеева»)

Российская Федерация, Челябинская область,
г. Миасс, Тургоякское шоссе, 1
✉ Тургоякское шоссе, 1, г. Миасс,
Челябинская область, 456300
☎ 351-3/28-63-70 📠 351-3/56-61-91; 24-12-33
Телеграфный адрес: «Рубин» 624013
E-mail: src@makeyev.ru
ОКПО 07549733, ОГРН 1087415002168
ИНН/КПП 7415061109/742150001

От 01.12.2014 № 113/1168

На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.125.14, к.ф.-м.н., с.н.с.

В.Ю. Гидаспову

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д.4,
ФГБОУ ВПО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»
(МАИ)

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Рощина Антона Сергеевича на тему «Моделирование пространственных течений в газовых трактах с использованием адаптивных сеток», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «механика жидкости, газа и плазмы».

Приложение: Отзыв..., на 3-х листах в 2 экз.

И.о. заместителя генерального
конструктора

С.А. Маханьков

ОТЗЫВ

Открытого акционерного общества «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» на автореферат диссертации Рощина Антона Сергеевича «Моделирование пространственных течений в газовых трактах с использованием адаптивных сеток» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертационная работа Рощина Антона Сергеевича посвящена разработке алгоритма построения неструктурированной, адаптируемой к особенностям геометрии и полей течения расчётной сетки, метода расчёта течений газа сложной топологии с переменными теплофизическими свойствами и турбулентными коэффициентами переноса, исследованию процессов в высокоскоростных воздухозаборных устройствах летательных аппаратов и газодинамических трубах высотных стендов.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, поскольку на современном этапе гиперзвуковые технологии получили новый импульс развития и эффективность работы таких систем, как высокоскоростные воздухозаборные устройства в первую очередь зависит от качества математической модели, используемой для их оптимизации при проектировании. То же самое можно сказать и о газодинамических трубах для моделирования высотных условий работы двигательных установок. Данная математическая модель должна детально разрешать такие особенности течений высокотемпературного газа в данных устройствах, как взаимодействующие ударно-волновые структуры и отрывные зоны в пограничном слое, переменность теплофизических свойств газа.

В диссертации Рощина А.С. решены следующие основные задачи:

- проведен анализ подходов к численному моделированию течений газа со сложной картиной течения и переменными теплофизическими параметрами;
- проведен анализ существующих способов дискретизации расчётной области и их модификация для удовлетворения заданным ограничениям на размер и качество элементов получающейся расчётной сетки;
- разработан метод расчёта пространственных вязких течений с переменными теплофизическими свойствами в произвольных областях;
- проведено численное моделирование течения в сверхзвуковом воздухозаборном устройстве, его оптимизация для работы в широком диапазоне скоростей набегающего потока;

- экспериментально определены характеристики сверхзвукового воздухозаборного устройства, верифицирована методика численного моделирования на основании этих данных;
- численно исследованы процессы при запуске газодинамической трубы.

Полученные Рошиным А.С. результаты отличаются достаточной **научной новизной**, а именно:

- предложена модификация метода Годунова для расчёта течения с учётом зависимости теплофизических параметров газа от температуры;
- разработан алгоритм построения анизотропной триангуляции Делоне с ограничениями для произвольной двумерной области с криволинейными границами, разработаны алгоритмы локального адаптивного уменьшения и увеличения разрешающей способности сеток вблизи особенностей геометрии и особенностей поля с интерполяцией параметров поля второго порядка точности;
- получены результаты численного моделирования запуска и работы комбинированного высокоскоростного воздухозаборного устройства, позволившие оптимизировать его геометрию с целью улучшения интегральных параметров.

Достоверность результатов и основных выводов диссертации подтверждена сопоставлением результатов расчёта, полученных предложенным численным методом, с данными экспериментальных исследований, тестированием метода на ряде задач, предложенных другими авторами, тщательным планированием эксперимента и качественным экспериментальным оборудованием.

Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно на современном научном уровне. Впервые приведены результаты, позволяющие квалифицировать их как решение новой задачи, имеющей существенное значение для оптимизации и проектирования высокоскоростных воздухозаборных устройств летательных аппаратов и газодинамических труб для имитации высотных условий работы двигательных установок.

В качестве замечаний по диссертационной работе можно отметить следующее:

1. В автореферате диссертации, в части, касающейся описания методики расчёта течения (третья глава), не упоминается и не приводится используемая модель турбулентности.
2. В четвёртой главе диссертации приведены результаты расчёта течений в ГДТ высотного стенда в вязкой и невязкой постановках. Однако, на наш

взгляд, в автореферате не совсем четко сформулированы выводы, обосновывающие указанные подходы.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на основные практические выводы диссертации и носят рекомендательный характер.

Диссертация в целом является завершенной научно-исследовательской работой, которая отвечает всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Рощин Антон Сергеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

И.о. заместителя генерального конструктора
Открытого акционерного общества
«Государственный ракетный центр
имени академика В. П. Макеева»

Маханьков
Сергей Александрович

Начальник сектора
Открытого акционерного общества
«Государственный ракетный центр
имени академика В. П. Макеева»

Алаторцев
Сергей Михайлович

Ведущий научный сотрудник
Открытого акционерного общества
«Государственный ракетный центр
имени академика В. П. Макеева»,
кандидат физ.-мат. наук

Биткин
Сергей Александрович

Подпись Маханькова С.А., Алаторцева С.М., Биткина С.А. удостоверяю

Главный ученый секретарь
Открытого акционерного общества
«Государственный ракетный центр
имени академика В. П. Макеева»,
кандидат технических наук



Калашников
Сергей Тимофеевич

Адрес: 456300, г. Миасс, Челябинская обл., Тургоякское шоссе, 1;
Тел. (3513) 286370; e-mail: src@makeyev.ru